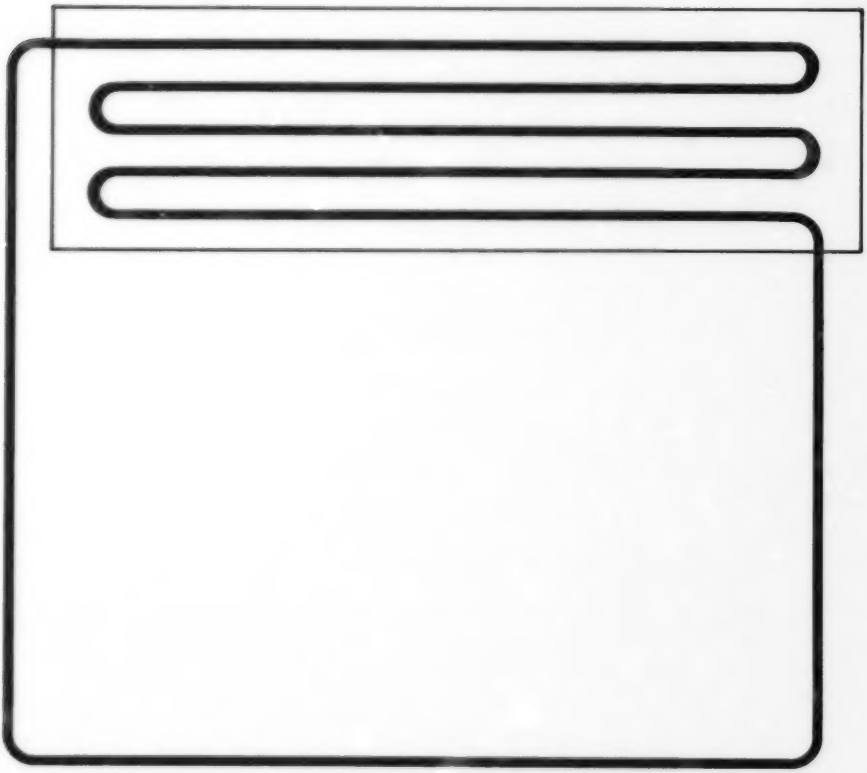
Agriculture Canada

Publication 1846/B

REFRIGERATION

Mobile precooler for fruits and vegetables



Canada

REFRIGERATION

Mobile precooler for fruits and vegetables

I.R. MacKinnon, R.K. Prange, and P.D. Lidster
Research Station,
Kentville, N.S.

Agriculture Canada Publication 1846/B
available from
Communications Branch, Agriculture Canada
Ottawa K1A 0C7

©Minister of Supply and Services Canada 1990
Cat. No. A53-1846/1990 ISBN 0-662-57400-1
Printed 1990 3M-06:90

90-07062/

FOREWORD

This publication is the first in a series intended to respond to specific refrigeration needs in the agri-food sector. The series is sponsored by the Expert Committee on Refrigeration (ECR), which is part of the Canada Committee on Food (CCF) that reports to the Canadian Agricultural Services Coordinating Committee (CASCC) of Agriculture Canada. As part of its mandate, the ECR recommends to the CCF appropriate courses of action to take where solutions for problems are known to exist and no research is needed to implement known technology. In this instance, the ECR has recommended and Agriculture Canada has agreed to publish a series of pamphlets aimed at producers, agricultural engineers, and the service and technical supply industries. This series is intended to ensure that current and objective practical information is available for use mainly in the cooling and storage of fresh fruits and vegetables.

Later pamphlets in this series will address such topics as design and construction of controlled atmosphere storage, atmosphere generation and control, and determining refrigeration requirements for cooling and storage. The authors will review and revise their pamphlets from time to time to ensure that the contents remain current and useful.

P. PERRIN
Coordinator
Expert Committee on Refrigeration

CONTENTS

Foreword 4

Introduction 6

General precooling requirements 6

Mobile precooler specifications 6
Air movement 7

Construction notes 8
Carton design and stacking pattern 8

INTRODUCTION

Precooling is the rapid removal of field heat prior to the shipment or storage of fruits and vegetables. Precooling is one of the most important stages in handling harvested fruits and vegetables because it optimizes storage life. The use of forced air is the most versatile method of precooling and is suitable for a wide variety of produce. It can be performed in-transit with a mobile unit.

A mobile precooler can be moved through a field and loaded with cartons of the harvested crop. The doors can then be closed, the cooling equipment turned on, and the produce transported to the cold storage room or market. A mobile precooler has the potential to reduce energy consumption, to minimize handling, and to cool more effectively. Using a mobile precooler, the cooling of respiring produce can begin sooner than is possible using conventional, stationary precoolers.

Some general precooling information and guidelines are given, followed by details on the construction of the prototype unit.

GENERAL PRECOOLING REQUIREMENTS

A forced-air precooler needs to provide a minimum of 1 L/s of air for every kilogram of produce to be cooled. This air should be refrigerated to 0°C and maintained at a minimum relative humidity of 90%. It is useful to consult handbooks as to temperature requirements for individual crops, because some produce may be damaged by being chilled below 12°C.

MOBILE PRECOOLER SPECIFICATIONS

A prototype of the precooler unit was constructed from an insulated highway container 6.1 m long and mounted on a trailer chassis. The wheels are suitable for highway or field use (Fig. 1). A 0.6-m extension added to the front of the container accommodates the compressor, diesel motor, and condenser coils. The first 0.9 m inside the container houses the evaporator coils and fan, leaving about 5.2 m in which to place the harvested crop. A maximum of six standard pallets (1.20 × 1.07 m) can be loaded at any one time (Fig. 2).

Assuming that each pallet holds 570 kg of produce and based on general precooling requirements, this system would need, at the minimum, a 3420-L/s fan. In practice, the system is powered by a 17-kW diesel motor, which provides a 26-kW refrigeration effect. Its 50-cm diameter centrifugal fan circulates refrigerated air at 4700 L/s, which is well above the calculated minimum requirement. A large evaporator coil (990 × 2133 mm, 8 row, 8 fins per 25 mm), placed on the suction side of the fan, provides the precooling capacity and maximum humidity.

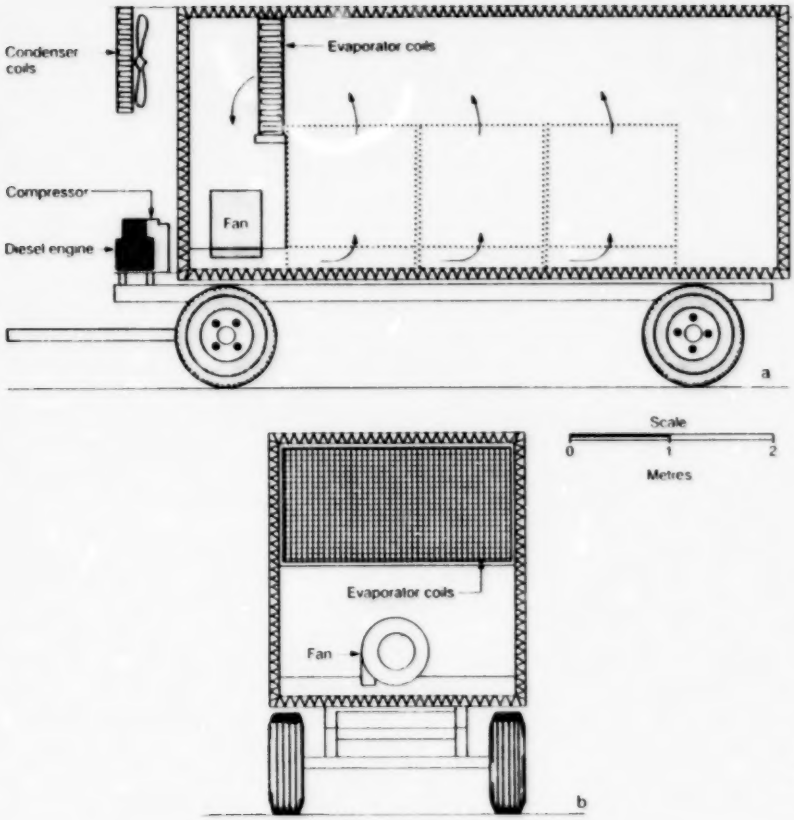


Fig. 1 Mobile precooler for fruits and vegetables: (a) side view, (b) end view.

Based on commercial experience during midsummer operation, the prototype unit could cool up to six pallets of moderately respiring crops, e.g., cauliflower, Romaine, or head lettuce, in 6 h.

The defrost system chosen depends on the usage patterns. Continuous usage requires a hot-gas defrost system whereas a power-off defrost system would suffice if precooling were used only once or twice per day.

Air movement

The large fan located in the front section of the container along with the evaporator coils is mounted so that air blows directly onto the floor. This air then escapes through a slot 0.1 × 2.4 m, opening into the pallet fork spaces. Air, being supplied from the bottom, rises from

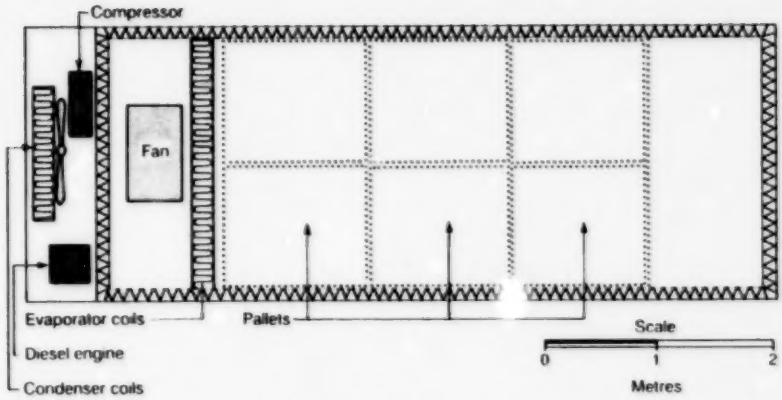


Fig. 2 Plan view of mobile precooler for fruits and vegetables.

an area of positive pressure through the pallets to an area of negative pressure in the head space above. The air returns from the top area to the evaporator coils. Reversing the direction of airflow draws air through the pallet fork spaces. In this way the produce may be cooled more effectively because heat generated from the fan is imparted to the return air rather than to the discharge air.

CONSTRUCTION NOTES

Inspect the container for soundness and refurbish the insulation where necessary. If using an uninsulated container, apply sufficient high-quality insulation, such as injected foam polyurethane, to the floor, walls, and ceiling, to achieve an RSI factor of 3 or higher.

Take care to select sizes of compressor and diesel engine that avoid excessive vibrations. For example, a three-cylinder compressor coupled with a three-cylinder diesel engine could produce harmonic vibrations that would reduce the life of the components in the system.

Carton design and stacking pattern

Carton design and stacking pattern are important in any forced-air cooling system as they affect air movement through the pallets. Provide a minimum of 5% open area in the face of the carton surfaces through which air will flow. Use a stacking pattern that will stabilize the pallet and maximize the vertical airflow through the openings in the cartons. If the container openings are blocked by other containers, reduced airflow and insufficient cooling will result. Ensure that the pallet stacks remain intact during shipment so that removal from the precooler can be done with a forklift to minimize labor and reduce handling damage.

Agriculture Canada

Publication 1846/B

RÉFRIGÉRATION

Prérefroidisseur mobile pour fruits et légumes

Canada

RÉFRIGÉRATION

Prérefroidisseur mobile pour fruits et légumes

I.R. MacKinnon, R.K. Prange et P.D. Lidster
Station de recherches
Kentville (N.-É.)

Agriculture Canada Publication 1846/B
On peut en obtenir des exemplaires à la
Direction générale des communications
Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
N° de cat. A53-1846/1990 ISBN 0-662-57400-1
Imprimé en 1990 3M-06:90

AVANT-PROPOS

La présente publication est la première d'une série qui a pour objet de répondre à certains besoins particuliers de réfrigération dans le secteur agro-alimentaire. La série est parrainée par le Comité d'experts du froid (CEF), qui fait partie du Comité canadien de l'alimentation (CCA), lequel relève du Comité de coordination des services agricoles canadiens (CCSAC) d'Agriculture Canada. Dans le cadre de son mandat, le CEF recommande au CCA des lignes de conduite à suivre lorsque des solutions à des problèmes sont censées exister et qu'aucune recherche n'est nécessaire pour appliquer les technologies connues. Dans ce cas, le CEF a recommandé et Agriculture Canada a accepté de publier une série de brochures qui s'adressent aux producteurs, aux ingénieurs du génie rurale ainsi qu'aux secteurs des services et des approvisionnements techniques. Cette série a pour objet d'assurer la disponibilité de renseignements pratiques, objectifs et à jour, susceptibles de servir principalement dans le domaine du refroidissement et de l'entreposage des fruits et des légumes frais.

Les brochures ultérieures de cette série porteront sur des sujets comme la conception et la construction d'entrepôts à atmosphère contrôlée, la production et le contrôle de l'atmosphère ainsi que la détermination des besoins de réfrigération dans les chambres froides et les entrepôts. Les auteurs examineront et réviseront leurs brochures de temps à autre pour s'assurer que le contenu reste à jour et utile.

P. Perrin
Coordonnateur
Comité d'experts du froid

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 4

Introduction 6

Exigences générales concernant le prérefroidissement 6

Fiche technique d'un prérefroidisseur mobile 6
Mouvement de l'air 7

Notes de construction 8
Conception et mode d'empilement des cartons 8

INTRODUCTION

Le prérefroidissement est l'extraction rapide de la chaleur emmagasinée au champ avant l'expédition ou l'entreposage des fruits et des légumes. Le prérefroidissement est l'une des étapes les plus importantes du traitement des fruits et des légumes récoltés, car il permet de les conserver le plus longtemps possible en entrepôt. L'utilisation d'air pulsé constitue la méthode la plus souple de prérefroidissement et convient à un large éventail de produits alimentaires. Elle permet d'effectuer le prérefroidissement en transit à l'aide d'un appareil mobile.

Il est possible de déplacer un prérefroidisseur mobile dans un champ et d'y charger les cartons de la récolte. On peut ensuite fermer les portes, mettre en marche le système de refroidissement et transporter les produits à une chambre froide ou à un marché. Le prérefroidisseur mobile permet de réduire la consommation d'énergie, de limiter la manutention et de refroidir le produit plus efficacement. Son utilisation permet d'amorcer plus tôt le refroidissement des produits qui respirent encore ce qu'il n'est pas possible de faire avec les prérefroidisseurs classiques stationnaires.

Cette brochure fournit des informations et des directives générales sur le prérefroidissement, suivies par les particularités sur la construction du prototype.

EXIGENCES GÉNÉRALES CONCERNANT LE PRÉREFROIDISSEMENT

Le prérefroidisseur à air pulsé doit pouvoir fournir au minimum 1 L/s d'air pour chaque kilogramme de produit à refroidir. Cet air doit être réfrigéré à 0 °C et maintenu à une humidité relative minimale de 90 %. Il est utile de consulter des manuels pour connaître la température qui convient à chaque culture, car certains produits peuvent être endommagés par un refroidissement inférieur à 12 °C.

FICHE TECHNIQUE D'UN PRÉREFROIDISSEUR MOBILE

On a construit un prototype du prérefroidisseur à partir d'un conteneur routier isolé de 6,1 m de longueur monté sur un châssis de remorque. Les roues conviennent au transport routier ou à l'utilisation en plein champ (fig. 1). Une rallonge de 0,6 m ajoutée à l'avant du conteneur permet de loger le compresseur, le moteur Diesel et les serpentins du condenseur. La première partie (volume de 0,9 m) de l'intérieur du conteneur loge les serpentins de l'évaporateur et le ventilateur, ce qui laisse environ 5,2 m pour loger la récolte. On peut y charger un maximum de 6 palettes standard (1,20 × 1,07 m) à la fois (fig. 2).

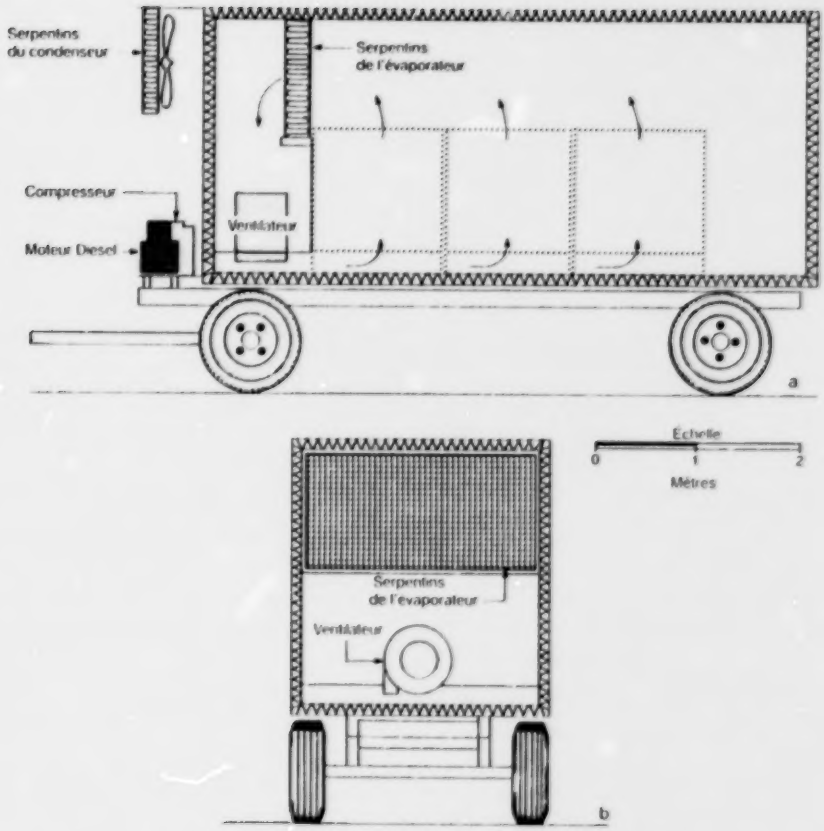


Fig. 1 Prérefroidisseur mobile pour fruits et légumes : (*a*) vue de côté, (*b*) vue de l'arrière.

En supposant que chaque palette contient 570 kg de produit et en tenant compte des exigences générales de prérefroidissement, ce système aurait besoin d'un ventilateur de 3 420 L/s au minimum. Dans la pratique, le système est mû par un moteur Diesel de 17 kW qui produit 26 kW pour la réfrigération. Son ventilateur centrifuge de 50 cm de diamètre fait circuler l'air réfrigéré à 4 700 L/s, ce qui dépasse de beaucoup l'exigence minimale calculée. Un gros serpentin d'évaporateur (990 × 2 133 mm, 8 rangées, 8 ailettes par 25 mm), placé du côté aspirant du ventilateur, fournit la capacité de prérefroidissement et l'humidité maximale nécessaires.

Selon l'utilisation commerciale au cours de l'été, l'appareil prototype pourrait refroidir jusqu'à six palettes de récolte à respiration modérée (p. ex., chou-fleur, laitue romaine ou laitue pommée en l'espace de 6 h).

Le système de dégivrage choisi dépend du mode d'utilisation. Une utilisation continue exige un système de dégivrage par gaz chauds, alors qu'un système de dégivrage naturel cyclique suffirait à la tâche si on n'avait recours au prérefroidissement qu'une fois ou deux par jour.

Mouvement de l'air

Le gros ventilateur situé à l'avant du contenant avec les serpentins de l'évaporateur est monté d'une façon telle que l'air est directement projeté sur le plancher. L'air s'échappe ensuite par les fentes (0,1 × 2,4 m) ménagées dans les palettes pour recevoir la fourche du chargeur. L'air provenant du bas s'élève ensuite d'une zone de pression positive au travers des palettes vers une zone de pression négative dans l'espace de tête situé au-dessus des palettes. L'air retourne ensuite de la zone supérieure vers les serpentins de l'évaporateur. L'inversion de la direction de l'écoulement de l'air permet d'aspirer l'air au travers des fentes des palettes. De cette façon, il est possible de refroidir le produit plus efficacement, car la chaleur produite par le ventilateur est transmise au retour d'air plutôt qu'à l'air soufflé par le ventilateur.

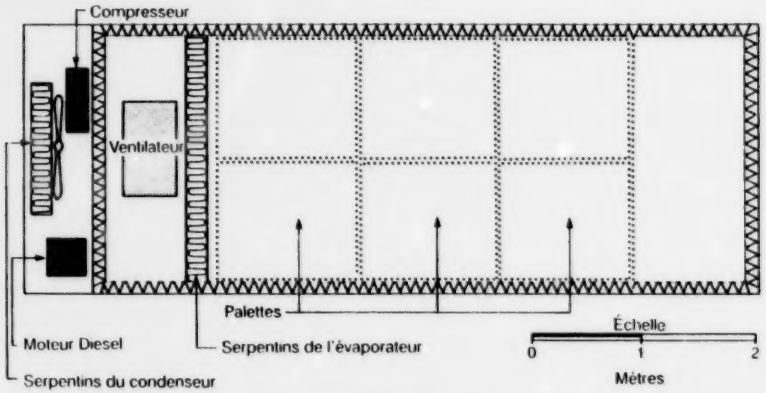


Fig. 2 Plan d'un prérefroidisseur mobile pour fruits et légumes.

NOTES DE CONSTRUCTION

Inspecter le conteneur pour en vérifier la solidité et refaire l'isolation, le cas échéant. Si le contenant n'est pas isolé, appliquer suffisamment d'isolant de haute qualité, comme de la mousse de polyuréthane injectée, sur le plancher, sur les murs et le plafond pour obtenir un facteur RSI de 3 ou plus.

Prendre soin de bien choisir la puissance du compresseur et du moteur Diesel afin d'éviter les vibrations excessives. Par exemple, un compresseur trois cylindres couplé à un moteur Diesel trois cylindres pourrait produire des vibrations harmoniques qui pourraient provoquer l'usure des composantes du système.

Conception et mode d'empilement des cartons

La conception et le mode d'empilement des cartons sont importants dans n'importe quel système de refroidissement à air pulsé, car ils influent sur le mouvement de l'air au travers des palettes. Ménager une surface d'ouverture d'au moins 5 % dans les panneaux des cartons pour que l'air puisse circuler. Utiliser un mode d'empilement susceptible de stabiliser les palettes et de permettre l'écoulement maximum de l'air vertical au travers des orifices pratiqués dans les cartons. En outre, l'obstruction des orifices des conteneurs par d'autres conteneurs réduit la circulation de l'air et entraîne un refroidissement insuffisant. Il faut donc s'assurer que l'empilement des palettes demeure intact au cours de l'expédition pour permettre leur extraction du prérefroidisseur au moyen d'un chargeur à fourches de façon à réduire les besoins de main-d'oeuvre et à éviter les avaries causées par la manutention.